

VITAMINY - DŮLEŽITÝ FAKTOR OVLIVŇUJÍCÍ ZDRAVÍ - 2. ČÁST - METABOLIZMUS HYDROSOLUBILNÍCH VITAMINŮ

doc. MUDr. Pavel Hlúbik, CSc.

Vojenská lékařská akademie JEP Hradec Králové

Adekvátní příjem vitaminů – vitaminu A, beta karotenu, vitaminu E, alfatokoferolu, vitaminu D, vitaminu C, kyseliny listové, ale i minerálních látek selenu a kalcia, dále vlákniny, eventuálně dalších protektivně působících látek nacházejících se ve stravě, lze využít v nutriční prevenci. Racionální strava s vyváženým příjmem základních nutrientů, minerálií, vitaminů je důležitým předpokladem udržení a zlepšení aktuálního zdravotního stavu jednotlivce i celé populační skupiny.

Klíčová slova: vitaminy, prevence, výživa, hypovitaminózy, avitaminózy.

VITAMINS, IMPORTANT COMPONENTS INFLUENCING HEALTH

PART I. - METABOLISM OF FAT-SOLUBLE VITAMINS

An intake of vitamin A, beta-carotene, vitamin E, alfa-tocopherol, vitamin C, folate, the trace element Selenium, Calcium, fiber and other protective nutrients which are present in our food can be sufficient for nutritional prevention. Adequate daily dietary intake of basic nutrients, vitamins and trace elements is required to sustain and improve the health status of individuals in particular and the population as a whole.

Key words: vitamins, prevention, nourishment, vitamin deficiencies.

Úvod

Vitaminy lze rozdělit podle jejich rozpustnosti na hydrosolubilní a liposolubilní. K hydrosolubilním vitaminům se řadí vitaminy skupiny B a vitamin C. Vitaminy rozpustné ve vodě organizmus nedovede uskladňovat do zásob a proto se příznaky hyposaturace klinicky manifestují v průběhu několika dní eventuálně týdnů po omezení jejich konzumace.

Vitamin B₁ (THIAMIN)

Thiamin je hydrosolubilní vitamin, patřící do skupiny B komplexu vitaminů. Aktivní formou je thiamin difosfát (TDP). Při nadměrné konzumaci alkoholu dochází ke vzniku deficitu kyseliny listové, tento deficit snižuje resorpci thiaminu ze střeva a může vést ke vzniku hypovitaminózy. Vitamin B₁ je relativně labilní, k jeho rozkladu dochází působením ultrafialového záření, varem. K výraznému poklesu koncentrací thiaminu v potravinách vede vyluhování a značné ztráty jsou způsobované také vymíláním. Vitamin B₁ aktivně zasahuje do metabolismu sacharidů a do metabolismu mastných kyselin – ovlivňuje energetický metabolismus (Krebsův cyklus, tvorba ATP). Kromě uvedené koenzymové funkce ovlivňuje nervový aparát.

Hypovitaminóza negativně ovlivňuje funkci tkání s vysokými energetickými nároky (centrální nervový systém (CNS), myokard, ledviny, enterocyt). Avitaminóza se klinicky manifestuje ve formě onemocnění beri-beri (ovčí chůze) s neurologickými, kardiologickými symptomy a se vznikem otoků. Dochází k degeneraci nervových vláken s následnou polyneuritidou manifestující se motorickými poruchami, především dolních končetin, poruchami koordinace, dále se objevuje konfabulace a zmatenost. Z kardiologických příznaků je to především tachykardie, kardiomegalie. K celkovým symptomům hypovitaminózy lze zařadit nechutenství, slabost, únavnost, nespavost, depresivní ladění, halucinace, poruchy vodního hospodářství.

Thiamin je relativně netoxický, dlouhodobá konzumace vysokých dávek se projevuje bolestmi hlavy, celkovou

únavou, slabostí, podrážděním. Ojedinele byly pozorovány alergické reakce na thiamin. Denní potřeba thiaminu, která zabezpečí optimální koncentraci thiaminu v krvi v rozmezí 20–70 µg/l, je závislá na velikosti metabolického obratu a především na metabolismu glycidů (zvýšenou pozornost je nutno věnovat pacientům s vystupňovaným glycidovým metabolismem v krizových situacích, totální parenterální výživa s převahou glycidů). Denní doporučená dávka vitaminu B₁ je tedy závislá na množství konzumované energie a měla by dosáhnout hodnoty 0,4 mg/1000 kcal smíšené stravy (2). Daleko výhodnější je stanovit doporučené množství konzumovaného vitaminu na energetickou hodnotu konzumovaných sacharidů (0,6 mg thiaminu na 1000 kcal sacharidů). K nejbohatším zdrojům vitaminu B₁ patří pivovarské kvasnice, hrách, fazole, sója, ovesné vločky, mléko (tabulka 1).

Vitamin B₂ (RIBOFLAVIN)

Vitamin B₂ je hydrosolubilní, patří do komplexu B vitaminů, vyskytuje se ve formě volné nebo vázaný na bílkoviny. Riboflavin je citlivý na alkalické pH. Ke ztrátám dochází vyluhováním a působením denního světla. Vitamin B₂ je resorbován v proximální části tenkého střeva aktivním transportem. Resorpce je ovlivňována přítomností žlučových kyselin.

Riboflavin aktivně zasahuje do řady oxidoredukčních dějů v organizmu, v reakcích vystupuje ve formě koenzymů

Tabulka 1. Obsah vitaminu B₁ v mg na 1 kg potraviny

maso vepřové libové	8,340	klobása ostravská	3,200
vepřová kýta	7,260	lázeňský závin	5,200
maso vepřové průměr	6,250	moravské uzené maso	7,070
vepřová krkovice	6,150	párky	2,740
játra hovězí	4,150	pečeně cikánská	4,530
ledvinky vepřové	4,670	salám krkonošský	5,160
srdce hovězí	5,440	salám poličan	4,800
játrovky lahůdkové	4,140	tlačenka slezská	4,330

mů flavoproteinových enzymů. Podílí se na metabolismu aminokyselin a sacharidů. Účastní se na tvorbě krevních elementů a zárodečných buněk.

Nedostatečný přívod riboflavinu vede ke vzniku hypovitaminózy s manifestací příznaků na oku, v ústech, na kůži a k manifestaci neuropsychických symptomů. Na oku vzniká vaskularizace rohovky, blefaritida, ztluštění víček. V ústech se objevuje stomatitis angularis, sliznice jsou blede a olupují se, dochází k časným recidivám zánětu sliznice dutiny ústní. Objevuje se zvětšení papil interdentalních a zduření rtů. Na kůži je patrná dermatitida, seborea a akné, především v oblasti nazolabiální rýhy. Z neurologických symptomů se manifestují příznaky neuropatií, parestéziemi dolních končetin, ataxií. K celkovým příznakům lze zařadit anémii, u dětí je pozorováno zpomalení vývoje intelektu a u dospělých dochází k poklesu duševní výkonnosti. Toxicita riboflavinu prozatím nebyla prokázána.

Denní potřeba je závislá na velikosti metabolického obratu, děti 0,4–1,5 mg, v pubertě 1,6–2,4 mg, muži 2,0–2,3 mg, ženy 1,9 mg, těhotné a kojící ženy 2,3 mg, senioři 1,6–2,1 mg. Jeho potřeba dále stoupá se zvyšujícím se obsahem bílkovin ve stravě (3). Zvýšené nároky na přívod riboflavinu jsou u žen užívajících perorální antikoncepci, při rekonvalescenci po zánětlivých onemocnění, zvýšená potřeba vitamínu B₂ je také u alkoholiků. Koncentrace riboflavinu v krvi je 50–104 µg/l. K dobrým zdrojům riboflavinu se řadí z živočišných potravin mléko a mléčné výrobky, vejce a vnitřnosti. Z rostlinných potravin jsou na riboflavin bohaté především cereálie, luštěniny a kvasnice (tabulka 2).

Vitamin B₆ (PYRIDOXIN)

Vitamin B₆ patří do skupiny hydrosolubilních vitaminů B – komplexu. Je tvořen třemi deriváty (pyridoxamin, pyridoxol, pyridoxal), které mají stejnou vitaminovou aktivitu. Pyridoxin je vstřebáván v tenkém střevě. Kromě příjmu ze stravy se na jeho přívodu podílí i střevní mikroflóra, kterou je syntetizován. Vitamin B₆ je relativně termostabilní, rozkládá se působením denního světla, ultrafialovým zářením. Ke ztrátám v průběhu kulinární a technologické přípravy dochází vyluhováním a vymíláním cereálií.

Pyridoxin hraje významnou roli v řadě metabolických pochodů. Uplatňuje se jako koenzym transamináz a dekarboxyláz. Zasahuje do metabolismu aminokyselin, je ne-

zbytný pro tvorbu hemu, odbourávání glykogenu. V plazmě je transportován ve vazbě na albumin.

Hyposaturace pyridoxinem se objevuje jako součást karence kyseliny listové a pantothenové, riboflavinu. Ke karencím příznakům lze zařadit anémii, nauzeu, zvracení, dermatitidu, konjunktivitidu, u dětí zpomalení psychomotorického vývoje, je zvýšená nervomuskulární dráždivost (6).

Toxicita pyridoxinu je relativně nízká. Při nadměrné konzumaci vitamínu B₆ (stovky miligramů za den) může dojít ke vzniku neuropatií (jsou postiženy především smyslové orgány). Ojedinele se mohou objevovat alergické reakce a dochází k vzestupu transamináz (AST). Vysoké dávky pyridoxinu snižují účinek L-dopy a působí jako antagonist antimalarik.

Celková potřeba je závislá na velikosti příjmu bílkovin v potravinách. Nadměrná konzumace bílkovin zvyšuje nároky na přívod pyridoxinu (0,04 mg/g bílkovin stravy). Denní potřeba: děti 0,4–1,6 mg, mládež 1,5–2,2 mg, dospělí 1,8–2,2 mg, těhotné ženy 3,0 mg (3,5). Koncentrace pyridoxinu v plazmě: nad 50 ng/ml. Hyperemesis gravidarum a profúzní průjmy mohou také negativně ovlivnit hladinu pyridoxinu v séru.

K základním zdrojům pyridoxinu patří kvasnice, luštěniny, zelený salát, cereálie, mléko, vejce, vnitřnosti (tabulka 3).

Vitamin B₁₂

Název vitamin B₁₂ je užíván pro označení několika látek s obdobnou chemickou strukturou a stejným biologickým účinkem. Do skupiny kobalaminu se řadí metylkobalamin, oxyadenozylkobalamin, hydroxykobalamin. Vitamin B₁₂ je produkován bakteriemi a je obsažen pouze v živočišné stravě. Z rostlinných produktů jej mohou obsahovat některé motýlkovité rostliny, do kterých se dostává z bakterií žijících na kořenech těchto rostlin. V potravě je vázán na bílkovinu, z které je v žaludku uvolňován působením pepsinu a HCl. K resorpci vitamínu B₁₂ je bezpodmínečně nutná přítomnost Castleho intrinsig faktoru (CIF), který je tvořen buňkami v žaludečním fundu. Po navázání vitamínu B₁₂ na CIF je tento komplex v distální části tenkého střeva absorbován za spoluúčasti specifického receptoru do krevního řečiště. V plazmě je vitamin B₁₂ transportován ve vazbě na transportní bílkovinu transkobalamin TCII do hemopoetické tkáně, eventuálně do jater. Do cílových buněk se dostává po navázání na buněčný receptor TCII. Kobalamin je relativně stabilní, ke ztrátám dochází oxidací, působením světla a vyluhováním.

Tabulka 3. Obsah vitamínu B₆ v některých potravinách v µg na g jedlého podílu

bílá mouka	1,2–6,0	mléko	0,026–2,0
celozrnný pšeničný chléb	4,2	sýr	0,98–8
bílý pšeničný chléb	1,0	vejce	0,22–2,52
jablko	0,26	pivo	1,3–1,2
hovězí maso	0,8–4,0	čerstvé kvasnice pekařské	6,2–7,0
vepřové maso	1,2–6,8		

Tabulka 2. Obsah vitamínu B₂ v mg na 1 kg potraviny

vepřové maso libové	1,910	kapr	0,480
vepřová krkovička	1,530	mléko egalizované	1,400
vepřová kýta	1,210	hermelín	4,350
hovězí maso zadní	1,540	niva	4,340
telecí kýta	2,830	olomoucké tvarůžky	4,300
játra hovězí	29,480	tavený sýr nízkot. (30 %)	3,980
játra telecí	31,200	tvrdý sýr – Eidam (30 %)	3,540
játrová zavářka	16,510	biokys	1,800
párky	1,720	jogurt bílý	2,100
salám poličan	2,300	budapeštský krém	1,650
sekaná pečeně jemná	2,100	vejce slepičí	3,300
makrela	3,520		

Vitamin B₁₂ se zúčastňuje řady biochemických pochodů jako koenzym. Podílí se na syntéze aminokyselin, hemu, DNA. Tvorbu červených krvinek ovlivňuje nepřímo prostřednictvím kyseliny listové. Ovlivňuje funkci periferního nervového systému a metabolismus mastných kyselin.

K základním klinickým symptomům se řadí anémie, neuropatie začínající na perifériích a šířící se centrálně, dochází k omezení růstu. Hyposaturace vitamínem B₁₂ může způsobovat zvýšení hladiny homocysteinu v plazmě.

Toxicita kobalaminu nebyla prokázána, mohou se objevovat ojediněle alergické reakce, akné vulgaris, vzestup tělesné hmotnosti.

Pestrá strava živočišného původu v dostatečné míře kryje denní potřebu vitamínu B₁₂, která je stanovena pro mládež a dospělou populaci 2,0 µg, těhotné ženy 3,0 µg. Koncentrace vitamínu B₁₂ v plazmě: 250–1100 pg/l. Ke snížení hladiny v séru vede užívání perorálních antikoncepcí, cytostatik, hypolipidemik a antacid. K bohatým zdrojům vitamínu B₁₂ patří maso, vnitřnosti, vejce, mléko a mléčné výrobky (tabulka 4).

Kyselina listová

Kyselina listová – folová je esenciální látka, zasahující do řady biochemických dějů jako koenzym. Ze zaživacího traktu se vstřebává ve formě monoglutamátu. Hlavním místem biologického působení jsou játra a hematopoetická tkáň. Kyselina listová se podílí na přenosu jednouhlíkatých skupin (formyl, methyl, hydroxymethyl). Ovlivňuje syntézu histidinu, cholinu, serinu, methioninu. Hraje nezastupitelnou úlohu v biosyntéze purinu a pyrimidinu. Kyselina listová je termolabilní, je rozkládána světlem, podléhá oxidaci, k úbytku ve stravě dochází vyluhováním.

Karenční příznaky jsou specifické, vyplývající z poruchy tvorby krve (anémie, trombocytopenie i leukopenie). Z nespecifických karenčních příznaků se manifestují poruchy růstu, záněty v dutině ústní, poruchy zaživacího traktu, celková slabost a únavnost. Deficit kyseliny listové vede k hyperhomocysteinémii, která je považována za rizikový faktor vzniku aterosklerózy (6).

Toxicita kyseliny listové je relativně nízká, mohou se objevit příznaky alergické reakce – svědění, erytém a nechutenství, nauzea.

Denní potřeba kyseliny listové pro mládež a dospělé 200 µg, těhotné ženy 400 µg, kojící ženy 300 µg. Zvýšená potřeba je u pacientů opakovaně dialyzovaných. Zvýšenou potřebu mají i nemocní s poruchami resorpce (Crohnova nemoc), při terapii cytostatiky, steroidy, barbituráty a p.o. antikoncepcí. Koncentrace ftalátu v séru 6,3–35,4 nmol/l, v erythrocytech 280–1360 nmol/l.

K relativně dobrým zdrojům kyseliny listové patří především listová zelenina, maso, vnitřnosti, vejce (tabulka 5).

Kyselina pantotenová

Kyselina pantotenová je hydrosolubilní vitamin, zařazený do skupiny B vitaminů. Ve smíšené stravě je zastoupena v dostatečném množství, část kyseliny pantotenové

je produkována také střevní mikroflórou. Jedná se o látku termostabilní, citlivou na oxidaci, je rozkládána ultrafialovým zářením. Vzhledem k rozpustnosti ve vodě dochází k jejím ztrátám vyluhováním. V lidském organismu se podílí na metabolismu základních živin, cukru, tuku, bílkovin.

Při poklesu sérové hladiny dochází nejdříve k poruchám komfortních funkcí organismu (omezení pohlavních funkcí). K základním projevům deficitu lze zařadit vznik kožních projevů – depigmentace, dermatitida, vypadávání vlasů, dále vznik anémie, celková slabost, únava, zaživací obtíže. Toxicita kyseliny pantotenové je minimální. Vysoký perorální příjem může vést ke vzniku průjmu, eventuálně ke vzniku otoků.

Denní potřeba: děti 3,5–6 mg, dospělí 8 mg, těhotné a kojící ženy 10 mg. Denní příjem je zvýšen u osob se zvýšeným psychickým výkonem (4). Na zvýšení příjmu je nutno pamatovat při malabsorpci, po chirurgické resekcí v oblasti zaživacího traktu. Koncentrace kys. pantotenové v krvi: 380–540 µg/l. Smíšená strava v dostatečné míře kryje denní potřebu kyseliny pantothenové. K bohatým zdrojům patří především maso, vnitřnosti, mléko, vejce, obiloviny (tabulka 6).

NIACIN – vitamin PP – KYSELINA NIKOTINOVÁ

Pod název niacin je řazena kyselina nikotinová a její amid. Obě látky mají stejný biologický efekt. Niacin je bohatě zastoupen ve smíšené stravě. V pravém slova smyslu se nejedná o vitamin, protože lidský organismus je schopen syntézy niacinu z aminokyseliny tryptofanu. Jedná se o velice stabilní látku, odolávající vysoké teplotě, kyslíku i světlu. Jeho ztráty při kulinární úpravě jsou minimální. Vázaná forma (např. v kukuřici) je nerezorbovatelná. K uvolnění nikotinamidu dochází v průběhu pražení kukuřice, čímž je umožněno jeho využití. Nikotinamid se účastní řady biochemických reakcí jako nepostradatelný koen-

Tabulka 4. Obsah vitamínu B₁₂ v některých potravinách v 10⁹ g na g potraviny

pivovarské kvasnice	0,6–1	okurky	0,1
průmyslové kvasnice	0,3	šťáva z kyselého zelí	0,08
bílé hlávkové zelí	0,7	ovocné šťávy	0,02
kyselé zelí	0,8	víno rybízové	0,02

Tabulka 5. Obsah kyseliny listové v některých potravinách (mg v kg)

brokolice	2,00	brambory	0,35
špenát	0,30		
bílé pečivo	0,57	žitnošeničný chléb	0,64
celozrnný chléb	0,39	kukuřičné vločky	2,50
hovězí maso	10,0	kuřecí maso	5,9
vepřové maso	13,1		

Tabulka 6. Obsah kyseliny pantotenové v mg ve 100 g jedlého podílu potravin

kapusta hlávková	1,13	zelí hlávkové bílé	0,23
kapusta růžičková	0,72	zelí hlávkové červené	0,26
květák	0,51	celer – nať	0,31
mrkev	0,22	rajče	0,30

Tabulka 7. Obsah niacinu v µg na 100 g potravin

broskve	0,8	švestky	0,5
meruňky	0,7	maliny	0,4
říky	0,5	hrozny	0,3
pomeranč. Kůra	0,9	banány	0,4

zym. Ovlivňuje oxidativní fosforylaci glukózy, hraje důležitou roli v metabolismu tuků, aminokyselin a steroidů.

Vitaminová karence se klinicky manifestuje jako pellagra (drsná kůže). K typickým příznakům pellagry patří: dermatitis, diareja, demence. Deficit niacinu vede k poruchám sekrece kyseliny solné v žaludku a v konečném důsledku k poruchám vstřebávání vitamínu B₁₂. Objevují se poruchy transportu natria, kalia a glukózy přes enterocyt. Megadávky niacinu (3 g/den) se užívají v terapii hyperlipoproteinemie. Niacin vykazuje toxický efekt. Toxická dávka denní je 1,8 g/kg hmotnosti, dlouhodobá 3–7 g/den. Vysoké dávky způsobují bolest hlavy, návaly krve do obličeje, vyvolávají pocit horka, závratě, palpitace a zvracení. Při hypervitaminóze dochází ke zhoršení glukózové tolerance,

Literatura

1. Bobák, M., Škodová, Z., et al. (1999): Antioxidanty a kardiovaskulární choroby v české populaci. *Vlinř. Lék.*, 45, 6: 353–358.
2. Dlouhý, P., Anděl, M., Hromadová, M.: Srovnání doporučených výživových dávek v různých zemích. *Hygiena*, 3: 167–185.
3. Doporučené výživové dávky pro obyvatelstvo ČSSR, Praha, 1989.
4. Hlúbik, P., Opltová, L. (1995): Nutriční stav organismu a jeho vztah k riziku kardiovaskulárních onemocnění. *Hygiena*, 40, 1: 31–44.

zvyšuje se hladina kyseliny močové v séru, objevuje se průjem a dochází k poškození jaterních funkcí. Koncentrace niacinu v krvi: muži 5,3–7,8 mg/l, ženy 4,5–7,5 mg/l.

Denní potřeba: děti 9–18 mg, mládež a dospělí 16–22 mg, těhotné a kojící ženy 16–29 mg. Dobrým zdrojem niacinu jsou především luštěniny, kvasnice, maso, vnitřnosti (tabulka 7).

Závěr

Pestrá, racionální strava s adekvátní konzumací libového masa, ovoce a zeleniny představuje základní předpoklad pro udržení a rozvoj zdraví na individuální i populační úrovni. Doporučení velikosti denního příjmu hydrosolubilních vitamínů je závislé na aktuální fyzické i psychické zátěži jednotlivce a na metabolickém obratu základních nutrientů. Ve vodě rozpustné vitamíny skupiny B patří k protektivním faktorům stravy, jejich dostatečná konzumace z potravin vede ke zlepšení kvality života a podílí se na zvyšování psychické i fyzické výkonnosti.

5. National Research Council: Recommended Dietary Allowances, 10th ed., National Academy Press, Washington, 1989.

6. Veselá, K., Dlouhý, P. (1999): Kyselina listová a defekty neurální trubice. *Diabetologie, metabolismus, endokrinologie výživa*, 2, 1: 32–38.